

⑬ Int.Cl.¹

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公告 平成5年(1993)1月5日

B 23 K 9/095

5 0 1 C

7920-4E

発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 アーク溶接法

⑯ 特 願 昭60-230632

⑰ 公 開 昭62-89571

⑱ 出 願 昭60(1985)10月15日

⑲ 昭62(1987)4月24日

⑳ 発 明 者 永 島 仁 神奈川県藤沢市鵠沼海岸5-3-4

㉑ 発 明 者 猿 田 浩 樹 神奈川県鎌倉市手広731-1

㉒ 出 願 人 株式会社神戸製鋼所 兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号

㉓ 代 理 人 弁理士 青 山 葆 外2名

㉔ 審 査 官 松 本 貢

㉕ 参 考 文 献 特開 昭55-161571(JP, A)

1

2

① 特許請求の範囲

1 溶接トーチを開先幅方向にオシレートさせながら被溶接材の溶接線、及び開先幅倣いを行ない、オシレート幅を検知して該オシレート幅によりビード高さを制御する自動溶接におけるアーク溶接法において、

検知した n (n は自然数)回のオシレート幅の平均値を演算用のオシレート幅 la とし、基準オシレート幅 l_0 、基準溶接速度を V_0 としたとき、 $(l_0 \div la) \times V_0$ にて求まる溶接速度 Va を次の n 回のオシレート期間の溶接速度とすることを特徴とするアーク溶接法。

2 オシレート行程の往路と復路のオシレート幅の平均値を上記オシレート幅とする特許請求の範囲第1項記載のアーク溶接法。

3 溶接速度を一定とし、基準ワイヤ送給量を W_0 としたとき、 $(l_0 \div l_0) \times W_0$ にて求まるワイヤ送給速度 Wa を次の n 回のオシレート期間のワイヤ送給速度とする特許請求の範囲第1項または第2項に記載のアーク溶接法。

4 被溶接材の開先角度、及びビード高さをコントロールするパラメータから計算されるビード高さの計算法により、補正した上記演算用のオシレート幅 la を用いて上記パラメータを制御する特許請求の範囲第1項ないし第3項のいずれかに記載のアーク溶接法。

5 オシレートする際のオシレート速度を上記演算用のオシレート幅から定アーク長制御の応答に適した値にする特許請求の範囲第1項ないし第4項のいずれかに記載のアーク溶接法。

5 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、アーク溶接法に関し、特にアークを開先内でオシレートさせて倣い制御で行なう場合の開先ギャップ変化に起因するビード高さの不均一を補償制御する方法に関する。

従来の技術

定アーク長制御を行ないつつ、溶接トーチを開先内で開先幅方向にオシレートさせながら、被溶接材の溶接線、及び開先幅倣いを行なう溶接法として、特公昭52-29973号などがあるが、開先ギャップが変化した場合、前述の溶接法で、溶接速度、及びワイヤ送給量を一定にして溶接を行なうと、ビード高さの変動を招き、多層わたつて溶接したときに最終パスにおいてビード表面に高低差が生じてしまう。従来はこのようなビードの高低差を無くすために溶接作業者が最終パスの溶接時にワイヤ送給量等の溶接条件を調整し、高低差を無くす操作を行なっていた。これを自動化した方法としては、特開昭59-130683号、特開昭57-109575号などがある。

発明が解決しようとする従来技術の問題点

前記2者の従来技術においては、オシレートの半周期毎にトーチ高さの変位から導かれる開先断面面積の変化によりビード高さを一定に保つ制御を行なっていた。一般に溶接速度を制御するサーボ系には、溶接姿勢の変化などによる負荷変動に対して、安定した溶接速度を保つために慣性の比較的大きなモーターを使用する。そのため、頻繁に速度変化をさせることは、不安定になり易く望ましくない。従来法では、オシレート半周期毎に制御していたため、開先内の部分的な凸凹に敏感に反応し、溶接速度が急変し制御がはずれる欠点があった。また、第6図に示すように溶接線と溶接機械の進行方向にノズルがあった場合、第7図と第8図に示すように、オシレート幅が一定であるにもかかわらず、溶接トーチの描く断面面積は、 $S_{nr} \neq S_{nl}$ であるため、溶接速度をオシレート半周期毎に変化させることになり速度制御が不安定になり易かった。また、制御の基準を常に前回の値としているため、毎回の演算の誤差が蓄積され長大溶接線を溶接する場合に誤差ができるという欠点もあった。さらにトーチの描く断面面積を出すために、トーチの上下方向の位置偏差量を連続的に積分する必要があり、検出部を複雑かつ高価なアログ系で構成せねばならず、それを制御演算能力の高いマイクロプロセッサにとり込むためには、A/D変換器などの手段も必要となり、処理能力の優れたマイクロプロセッサを用いるには向かないという問題点があった。

発明の目的

本発明は、上記の従来技術の問題を解消するためになされたもので、簡単な構成で安定したビード高さ制御を行なう溶接法を提供することを目的とする。

発明の構成

この発明の溶接法は、溶接トーチを開先幅方向にオシレートさせながら被溶接材の溶接線、及び開先幅倣いを行ない、オシレート幅を検知して該オシレート幅によりビード高さを制御する自動溶接におけるアーク溶接法において、

検知した n (n は自然数) 回のオシレート幅の平均値を演算用のオシレート幅 l_a とし、基準オシレート幅 l_0 、基準溶接速度を V_0 としたとき、 $(l_0 \div l_a) \times VV_0$ にて求まる溶接速度 V_a を次の n 回のオシレート期間の溶接速度とすることを特徴とす

る。

以下にこの発明を実施例について説明する。

本発明では、溶接トーチと被溶接材の開先面との間を一定に保つ定アーク長制御を行ないつつ、溶接トーチを開先内で開先幅方向にオシレートさせながら溶接する溶接法において、溶接トーチのオシレート反転動作を、定アーク長制御を行なう駆動用モーターの回転量を検出する光学式パルスジェネレーターの出力パルス数が開先底面の位置を基準とするある一定値に達したときオシレートの反転動作を行なうとともに、開先両端部のオシレート動作停止位置を第3図に示すように、 P_{lr} 、 P_{ls} 、 \dots 、 $(P_{mr}$ 、 P_{ms} として、その成分の y 軸(溶接進行方向の軸)の値を記憶する。そして上記記憶値を用いて以下のように演算をする。

まず(1)式により、 $l_{lr} \sim l_{ln}$ を求め、(2)式により、 $l_{ls} \sim l_{rs}$ を求める。

$$l_{mr} = P_{ms}$$

$$-P_{mr} (m=1, 2, \dots, n) \quad \dots(1)$$

$$l_{ms} = P_{ms}$$

$$-P_{(m+1)r} (m=1, 2, \dots, n) \quad \dots(2)$$

また、(3)式により、 $l_1 \sim l_n$ を求める。

次に好ましい実施例においては、(4)式により、 n 回のオシレート幅の平均 l_a を求める。

$$l_a = \left(\sum_{m=1}^n l_m \right) / n \quad \dots(4)$$

ここで、 n の値については、実験的には8～12回程度が好ましかったが、開先ギャップの変動がゆるやかな場合には、 n を増し、急な場合には n を減らせばよい。

一般に、アーク溶接における溶着ビード高さ h (cm) は、その開先形状が第4図aのようであるとすると、単位時間 t (sec) に溶着金属で埋めるべき開先容積と、埋まるべき送給溶着金属の関係により、(5)式が成立する。

$$V \cdot t \cdot h \cdot \left(l_u - \frac{h}{\tan \theta} \right) = W \cdot t \quad \dots(5)$$

V : 溶接速度 (cm/sec)

W : ワイヤ送給量 (cm/sec)

ここで、実際のオシレート幅 l と l_u の関係は、開先両端部にカットを生じないような条件で溶接を行なうために、 $l = l_u - \alpha$ ($\alpha > 0$) となり、この電極先端の軌跡は第4図bのようになる。こ

5

のとき、ある程度、開先ギャップが広い場合には、第4図aの断面積 S_a は、 l と h を2辺とした直方形で近似できる。この場合(5)式は(6)式のようになる。

$$V \cdot h \cdot l = W \quad \text{.....(6)}$$

ここで、6式を変形すると7式が導かれる。

$$h \frac{W}{V \cdot l} \quad \text{.....(7)}$$

(7)式よりビード高さ h を一定に保つためには、ワイヤー送給量 W を一定し、溶接速度 V をオシレート幅 l に逆比例させて変化させるか、溶接速度 V を一定し、ワイヤー送給量 W をオシレート幅 l に比例させて変化させればよいことがわかる。

したがって、オシレート幅 l からビード高さを一定に制御する実際の方法としては、まず基準となるオシレート幅 l_0 、溶接速度 V_0 、ワイヤー送給速度 W_0 を設定する。この設定法としては、基準値を直接設定する方法以外に、上記ビード高さ制御を行わずに溶接を行ない、オペレーターが適当と判断した時点の各値を基準とする方法もある。ここでは、まず一例としてワイヤー送給速度を固定し、溶接速度を制御する方法を述べる。前記 l_a の演算を行なう時点（すなわち、 n 回のオシレートが終了した時点）で、下式(8)の演算を行ない次の n 回オシレートを行なう間の溶接速度 V' を決定する。

$$V' = \frac{l_0}{l_a} V_0 \quad \text{.....(8)}$$

この操作を続けることで、ビード高さを一定に保つことができる。

次に、溶接速度を固定し、ワイヤー送給速度を制御する方法を述べる。8式の代わりに9式の演算をし、次の n 回のオシレート動作の間のワイヤー送給速度を W' を制御する操作を続けられよい。

$$W' = \frac{l_a}{l_0} W_0 \quad \text{.....(9)}$$

以上の説明においては、オシレート幅の検知をマイクロプロセッサを含むデジタル制御系に組み込み易いように、オシレート駆動モーターに直結された光学式パルスジェネレーターの出力によって行なうことができるが、ポテンシオメーターやタコジェネレーターの出力の積分値など他の位置検出手段を用いても同様の制御系が構成できる。

6

ところで、前述の制御を行なう場合に開先ギャップが5mm以上あるときは、ビード高さ一定制御が実現できるが、ギャップが狭くなった場合や、開先角度 θ が変動する場合には、(6)式の近似が成立しなくなるために、制御の精度が落ち誤差が生じてくる。これを補正する方法を以下に述べる。

この方法は、(5)式から(6)式への近似を行わずに制御する方法である。すなわち、オシレート幅の平均値 l_a を(10)式のように補正し、 l_a' を演算し、この l_a' を(8)式、または9式の l_a の代わりに用いて V' または W' を決定しビード高さを制御する方法である。

$$l_a' = l_a + \alpha \frac{h}{\tan \theta} \quad \text{.....(10)}$$

α : オシレート幅とビード幅の差で第4図bに示したもの。

(10)式において、 α は、カットが出ない適正な溶接条件で溶接している限りは、一定値を用いることができる。実験によると α は通常の溶接条件では約2mm程度である。またビード高さ h は、(5)式を解くことで演算できるため、 θ を入力すれば、(10)式は β を定数として(11)式のように変形できる。

$$l_a' = l_a + \beta \quad \text{.....(11)}$$

このようにして求めた l_a' を前記 l_a の代わりに用いることで狭開先の場合においてもビード高さ制御を精度よく実現できた。

また、一般に定アーク長制御を行なうサーボ系は、ワイヤ溶融の不規則性、開先の溶融による崩壊などの外乱に対して安定性を確保するために、速応性を押さえてある。このため、サーボ系の周波数応答の許容範囲の制限によりオシレート周波数（単位時間のオシレート回数）は制限される。この制限以上の周波数にすると、第5図aに示されるように電極先端の軌跡が上方に上がり、オシレート幅 l_2 が本来の開先によるオシレート幅 l_1 より増大し、制御が不能によるだけでなく、開先両端でカットを生じた溶接欠陥を生じる。このように、開先が狭くなった場合においても安定な制御をする方法を以下に述べる。すなわち、前記 l_a 、もしくは l_a' から速度をアーク長制御を行なうサーボ系の周波数応答を越えない適正な値に自動的にオシレート速度を設定する方法であ。この値は、サーボ系の性能により異なるが、その一例を掲げると表1のようになる。

表 1

オシレート幅	オシレート速度
3(mm)	60(cpm)
4	75
5	90
6	100

前記説明においてlaの求め方として、n回の平均を求める方法のみを記したが、当然n回のうちの最初のm回、ないしは偶数、奇数回のみの平均を求める方法も考えられる。また、被溶接物の開先が直線である場合には、往路もしくは復路のいずれか一方のオシレート幅で制御をすることも考えられる。

上述の制御法は、MIG、MAG、TIG、CO₂のいずれの溶接法においても適応できるが、ここでは、TIG溶接における一実施例を説明する。

第1図は、本発明の一実施例の機構の全体のブロック図である。図において、Aは被溶接材で開先Kに沿って溶接される。1は、被溶接材Aとの間でアークを発生する非消耗電極、2は溶接トーチ、3は定アーク長制御を行なうために溶接トーチ2を上下方向(図のZ軸方向)に駆動させるためのボールネジ、ラックピニオンなどの機械的伝達装置、4はZ軸用モーター、5はモーター4の軸に直結された光学式パルスジェネレーターであり、パルスジェネレーター5の出力をモータードライバー6にフィードバックし、溶接トーチ2のZ軸方向の位置の制御を行なう。7は溶接トーチ2のオシレート動作を行なうために図中Y軸方向の駆動を行なう機械的伝達装置、8はオシレート用のモーター、9は光学式エンコーダでモーター8の回転量に応じた数のパルスが発生する。10はドライバーである。11は溶接トーチ2を溶接線に沿う方向Xに移動させる移動機構であり、この移動機構11はモーター13を備えており、モーター13の回転がギヤ等を含む機械的伝達手段12に伝えられ、移動機構11はレール11aに沿って図上X方向に移動するようになっている。14はモーター13の回転に応じて信号を出力するパルスジェネレーター、15はモーター13を駆動するドライバーである。

以上3~15の装置をもつて溶接トーチ2をX、

Y、Zの直交3軸方向に駆動させる。また、16はワイヤー送給チップ、17はフィラワイヤーであり、このフィラワイヤー17は機械的送給装置18により非消耗電極1と開先K間のアーク中に送給され、ビードを形成する。19はワイヤー送給モーター、20はタコジェネレーターでワイヤーモーター送給ドライバー21にその出力をフィードバックしワイヤー送給速度を制御する。

次に、本発明のモーター駆動を行なう部分の電気系のブロック構成図を第2図に示す。ここで第1図と番号の同じ物は同じ装置である。第2図において、まず、定アーク長制御を行なう部分から説明すると、22は溶接電源である。23は溶接トーチ2と被溶接材A間の電圧を検出する電圧検出器、24は基準アーク電圧設定器、25は差動増幅器、26はPID補償を行なう制御要素、27は制御要素26の速度指令アナログ出力電圧に比例した周波数のパルス列を出力するV/F変換器で、その出力でドライバー6によりモーター4を回転して溶接トーチ2をZ軸方向に動かすことにより定アーク長制御を行なう。また29はZ軸方向のアップダウンカウンターでパルスジェネレーター5から出力されるパルス列をカウントすることで溶接トーチ2のZ軸方向の位置を、マイクロプロセッサ30に出力する。アップダウンカウンター29の出力はマイクロプロセッサ30の中で、オシレート反転位置を検出するのに用いられる。

マイクロプロセッサ30は、CPU、メモリーなどを含み、オシレート動作停止位置P_{ir}、P_{il}、…P_{nr}、P_{ns}等の位置データやそれらの成分のY軸上の値等の本発明の実行に必要な値の記憶および(1)~(10)式の演算を行ない、X~Z軸のモーターとワイヤー送給モーターを駆動するための速度指令を出力する。

X軸駆動系について説明すると、32は指令パルス発生器であり、マイクロプロセッサ30から出力されるデジタル量の速度指令と移動距離指令に、それぞれ、パルス変換の周波数、パルスの総数を比例させたパルス列を発生する。これにより、モーター13をドライバー15で駆動して溶接トーチ2をX軸方向に動かす。

Y軸駆動系について説明すると、34は32と同様な指令パルス発生器でドライバー10を介し

てモーター 8 を駆動して溶接トーチ 2 を Y 軸方向に駆動させオシレート動作を行なう。また、33 は 29 と同様なアップダウンカウンタであり、溶接トーチ 2 の Y 軸方向の移動に応じてカウント内容を増減する。このアップダウンカウンタ 33 の内容から、前記 P_{1r} , P_{1s} , ..., P_{nr} , P_{ns} , $P(n+1)_r$ の値をマイクロプロセッサ 30 が読みとる。

最後に、ワイヤ送給系について説明すると、35 は、マイクロプロセッサ 30 から出力されるデジタル量のワイヤ送給速度指令出力をアナログ量に変換する D/A 変換器で、この出力により 19~21 の装置を用いてフィラワイヤ 17 の送給を行なう。

上述の実施例においては、オシレートの幅の検知のみでビード高さの制御を行なうようにしたものであり、オシレート幅の検出手段としてオシレート量で作動するパルス発生器からのパルスを数えるアップダウンカウンタの出力で所要のデータをマイクロプロセッサにとり込めるため、従来必要であつた複雑なアナログ系とそのアナログ量をデジタル量に変換する装置を必要としない。このため、簡単かつ安価な装置構成でビード高さ制御を行なうことができる。

また、オシレート量として n 回の平均をとるこ

とにより、開先の小凹凸に影響されず、かつ基準を前回に求めず一定とすることで、誤差が蓄積されることなく最大溶接線においても安定なビード高さ制御ができる。

5 発明の効果

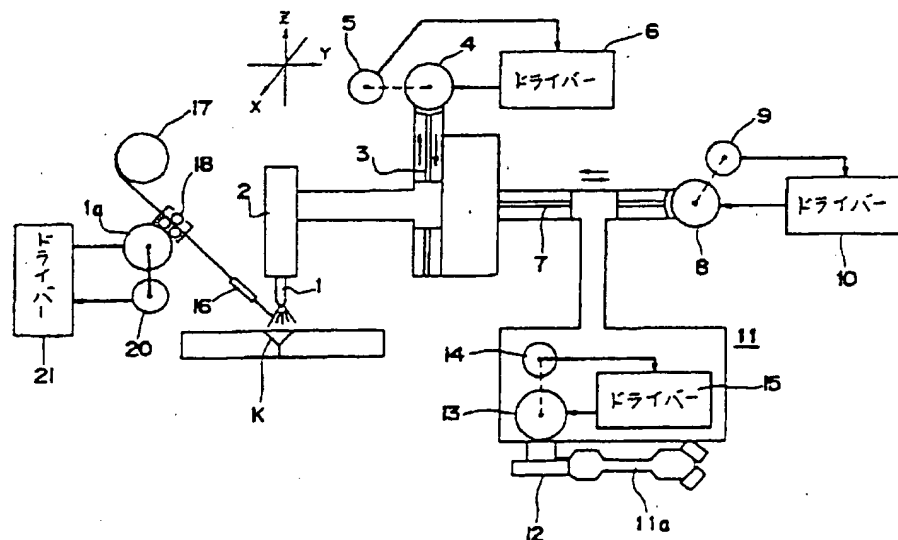
以上詳述したように、この発明は溶接トーチのオシレート幅の検知のみでビード高さを制御するようにしたから開先内の部分的な凹凸に関係なくビード高さを制御でき、制御が容易になり、さらにトーチの描く断面積を出すために、トーチの上下方向の位置偏差量を連続的に積分することも不要になり、検出部を複雑かつ高価なアナログ系で構成することも不要となり、装置が簡単化できる。

15 図面の簡単な説明

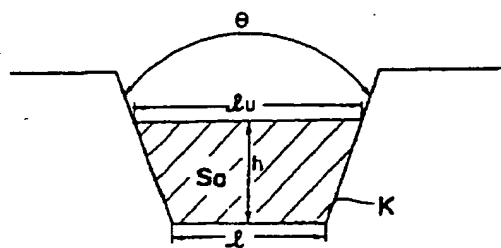
第 1 図はこの発明の一実施例に用いられる溶接装置のブロック図、第 2 図は第 1 図の装置に用いられる電気回路の回路図、第 3 図はオシレートの一状態を示すグラフ、第 4 図 a, b と第 5 図 a, b はそれぞれ開先部分の断面図、第 6 図はオシレートの一状態を示すグラフ、第 7 図と第 8 図は第 6 図のオシレートにおける溶接トーチが描く断面積を示す断面図である。

K...開先、1...非消耗電極、2...溶接トーチ、25 17...フィラワイヤ。

第 1 図



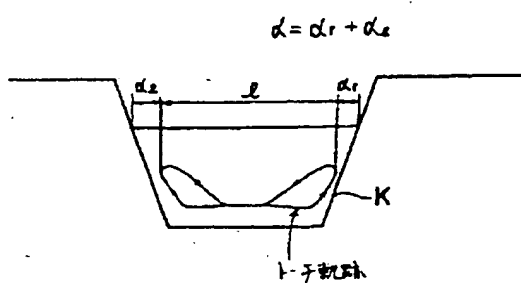
第4图 a



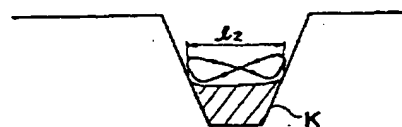
第5图 a



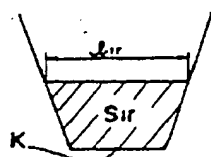
第4图 b



第5图 b



第7图



第8图

